

Aus dem Institut für Röntgen und Strahlenheilkunde
der Johannes Gutenberg - Universität zu Mainz.

(Direktor: Prof.Dr.med. Lothar Diethelm)

"Beitrag zur röntgenologischen Beurteilung von
Steißbeinbefunden, speziell nach Taumen."

Inauguraldissertation zur Erlangung der Medizinischen
Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg - Universität zu Mainz.



Vorgelegt von Rütger Theodor Heinrich Hofacker
aus Düren.

am 15. Mai 1962

Dekan: Prof.Dr.med. Heinrich Bredt

Referent: Prof.Dr.med. Claus Esser

Korreferent: Prof.Dr.med. Lothar Diethelm

Meinen Eltern in Dankbarkeit
gewidmet.

Gliederung.

I. Einleitung

II. Beurteilungsweise von Steißbeinveränderungen speziell der Frakturen und Luxationen.

1. Vor der Röntgenära:

Versuche, die Beschwerden am Steißbein zu erklären.

2. In der Röntgenära:

a. Erklärungsversuche ohne Zuhilfenahme der
Röntgendiagnostik.

b. Angewandte Röntgentechnik zur Diagnostik der
Steißbeinveränderungen.

c. Experimente zur Erforschung des Mechanismus
bei Gewalteinwirkung auf das Steißbein.

III. Entwicklungsgeschichte, Anatomie und Varietäten des Steißbeins.

IV. Kritische Beurteilung von Steißbeinbefunden.

1. Untersuchungsmaterial und Untersuchungstechnik.

2. Anatomie des Steißbeins im Röntgenbild.

3. Beweglichkeit und Belastbarkeit des Steißbeins.

4. Zwischenwirbelräume.

5. Diagnostische Schwierigkeiten durch umgebende
Weichteile und Projektionseffekte.

6. Diskussion.

V. Zusammenfassung.

VI. Literaturverzeichnis.

I. Einleitung.

In der heutigen Zeit sind Beschwerden nach Unfällen, bei denen es zu einer Gewalteinwirkung auf den Steiß kommt, ziemlich häufig. Manchmal treten in solchen Fällen, abgesehen von dem als recht heftig angegebenen Sofortschmerz, nach einer mehr oder weniger langen Zeit, die vollkommen beschwerdefrei sein kann, lästige, ja mitunter unerträgliche Schmerzen in der Steißbeinregion auf. Die Patienten klagen über Schmerzen beim Niedersetzen und Erheben, beim Sitzen überhaupt, vor allem bei langdauernden Autofahrten; ferner machen Treppensteigen und auch die Defäkation Beschwerden. Die Schmerzen strahlen oft bis in die Kreuzbeingegend und sogar bis in den Rücken aus.

War schon bei der Untersuchung unmittelbar nach dem Unfall außer einer Druckschmerzhaftigkeit über dem Steißbein kein krankhafter Befund zu erheben, so ist nach der langen Zeit, die der Patient beschwerdefrei war - sie kann mehr als ein Jahr betragen - noch weniger ein sicherer Befund festzustellen. Nur ausnahmsweise läßt sich erfahrungsgemäß in solchen Fällen eine Fraktur oder Luxation des Steißbeins diagnostizieren, es sei denn, daß das Röntgenbild erhebliche Dislokation der Steißbeinwirbel zeigt, was allerdings selten ist.

Es haben aber längst nicht alle Schmerzen des Steißbeins ihre Ursache in einem Trauma. Oft wissen die Patienten anamnestisch nichts anzugeben, was in dieser Richtung weiterführen könnte. Schließlich darf auch nicht vergessen werden, daß bei Frauen unter der Geburt, bzw. während der Austreibungsperiode, das Steißbein zur Erweiterung des Geburtskanals nach dorsal flektiert wird. Dabei kann es besonders bei alten Erstgebährenden zu Zerrungen und Zerreißen der entsprechenden Bänder kommen. In der Literatur sind sogar Luxationen und Frakturen dieser Genese beschrieben worden. Man kann diese Fälle zu den traumatisch bedingten zählen, wenn auch die Gewalteinwirkung nicht von außen nach innen, sondern

in umgekehrter Richtung erfolgt.

Es drängt sich nun die Frage auf, woran es liegen mag, daß sich in den allermeisten Fällen von Steißbeinschmerz röntgenologisch kein sicherer pathologischer Befund nachweisen läßt; selbst dann nicht, wenn aus der Anamnese eindeutig ein Trauma hervorgeht.

Folgender Fall mag zur Beleuchtung der Frage dienen: Eine Frau gab an, eine Treppe hinuntergestürzt zu sein. Eine sofortige Röntgenaufnahme ergab keinen Hinweis auf eine Luxation oder Fraktur des Steißbeins. Nach einiger Zeit traten die typischen Schmerzen einer Coccygodynie auf. Auch wiederholtes Röntgen ergab keinen Anhalt für einen pathologischen Befund. Die Patientin konsultierte einen Chiropraktor, der eine Dislokation der unteren Caudalwirbel feststellte und reponierte. Die Patientin ist seit dieser Zeit beschwerdefrei.

Worin besteht nun die große Diskrepanz zwischen den subjektiven Beschwerden der Patientin und dem objektiv fehlenden Befund im Röntgenbild?

Um diese Frage zu beantworten, ist es notwendig zu klären, welche Ursachen für das Auftreten von Schmerzen im Steißbeinbereich in Frage kommen und ob diese überhaupt mit röntgenologisch nachweisbaren Veränderungen am Knochen einhergehen. Oder aber man untersucht bei allen im Röntgenbild des Steißbeins nachgewiesenen auffälligen Befunden, in wie weit sie als Ursache für die geklagten Beschwerden in Betracht gezogen werden können oder noch der Norm zuzurechnen sind.

II. Beurteilungsweise von Steißbeinveränderungen, speziell der Frakturen und Luxationen.

Das Problem der Neuralgie des Steißbeins und seiner Umgebung ist schon sehr alt. Alle Schmerzzustände, gleichgültig welcher Genese, wurden unter dem Begriff der "Coccygodynie" ¹⁾ zusammengefaßt. In der Fachliteratur sind Mitteilungen über entsprechende Untersuchungen trotzdem verhältnismäßig selten. Selbst eine Reihe derzeitigester Autoritäten auf dem Gebiet der Wirbelsäulenforschung konnte auf persönliche Anfrage nichts über eigene Erfahrungen aussagen.

1. Vor der Röntgenära: Versuche, die Beschwerden am Steißbein zu erklären.

Als erster beschrieb J.Y. S i m p s o n das Krankheitsbild der Coccygodynie. Er versuchte, eine einleuchtende Erklärung für die dabei auftretenden Symptome zu finden.

Es ist auffallend, daß er, und einige andere Autoren jener Zeit vor der Röntgenära die Möglichkeit einer Fraktur oder Luxation des Steißbeins als Ursache für die Coccygodynie nicht in Betracht gezogen haben.

J.Y. S i m p s o n erklärt das Auftreten der charakteristischen Schmerzen mit Kontraktionen der am Steißbein inserierenden Muskeln. C.F. S t e i n - t h a l sieht in traumatisch bedingten Bänderzerrungen und Weichteilquetschungen die Ursache, da dabei die zwischen den Bändern verlaufenden Nerven gequetscht oder gedehnt werden. Es ist seiner Meinung nach dabei gleichgültig, ob die Gewalteinwirkung von außen nach innen (Stoß auf das Gesäß, Hufschlag) oder von innen

¹⁾ Die erste Coccygektomie wurde 1726 von J.L. P e - t i t ausgeführt (angeführt nach G. F r a n c o n - L a u r e n t). Der Name "Coccygodynie" wurde von J.Y. S i m p s o n 1859 geprägt.

nach außen also vom Becken her erfolgt (schwere künstliche Geburt).

Einige Autoren (C.C. Crève und C. Weber) halten Steißbeinfrakturen sogar für unmöglich.

C. Breus und A. Kolisko weisen ebenfalls darauf hin, daß das Steißbein selbst bei schweren Beckenbrüchen meistens unversehrt bleibt. Unter 44 von ihnen untersuchten Präparaten (nur Beckenfrakturen) konnten sie lediglich einmal eine Beteiligung des Steißbeins beobachten. Sie betonen jedoch, daß das Steißbein in 19 Fällen vollkommen fehlte. Sie erklären die Seltenheit der beobachteten Frakturen mit der Kleinheit der beteiligten Knochen und deren relativ guten Beweglichkeit gegeneinander.

2. In der Röntgenära:

a. Erklärungsversuche ohne Zuhilfenahme der Röntgendiagnostik.

Selbst zu einer Zeit, in der sich die Röntgentechnik als wichtigstes Hilfsmittel in der Diagnostik anbietet, verzichteten eine Reihe von Autoren darauf, sich ihrer zu bedienen. Entweder sehen sie die Ursache des Steißbeinschmerzes in Weichteilveränderungen, bei denen das Röntgenbild in den meisten Fällen nicht weiterhelfen würde, oder sie stehen auf dem Standpunkt, daß wegen der großen das Steißbein umgebenden Weichteilmassen die Röntgentechnik versagt und der palpierende Finger ein besseres diagnostisches Hilfsmittel ist. Der letzteren Ansicht sind E. Ruge, E. Gold, C.J. Drueck, F. Mandl, G.A. Schoger, C.P.G. Wakelley und C. Zuckschwerdt.

Der Ansicht, daß es sich beim Steißbeinschmerz vorwiegend, aber nicht ausschließlich um Muskelspasmen handelt, sind G. Thiele, Th. Wilensky, W.R. Wilkinson und C.J. Drueck. Auch sie halten Frakturen des Steißbeins, wenn auch nicht

für unmöglich, so doch für sehr selten. Bei 169 untersuchten Fällen fand G. Thiele 103 Fälle mit einer Infektion der Organe des kleinen Beckens, die er für die Muskelspasmen verantwortlich macht. In 49 Fällen konnte ein Trauma als wahrscheinliche Ursache, aber nur bei 25 Fällen ein Sturz auf den Steiß als Ursache angenommen werden. Lediglich bei 5 der 25 Fälle konnte der sichere Befund einer Fraktur erhoben werden.

Eine völlig andere Auffassung vertritt J.R. Dittich. Er sieht in dem Coccygealschmerz mehr einen "referred pain" (fortgeleiteten Schmerz). Dieser wird seiner Ansicht nach von geweblichen Strukturen ausgelöst, die irgendwo in den tiefen Teilen des Rückens entstehen. Der Sitz dieses ersten Schmerzes wurde durch vorsichtiges Palpieren lokalisiert. In allen Fällen seiner Untersuchungen habe er in der mittleren Sacralregion, nahe der Mittellinie, gelegen. Oft hätten sich Knoten tasten lassen, die in charakteristischer Weise druckempfindlich gewesen seien. Der Autor stützt sich dabei vor allem auf die Studien von J.H. Kellegren, der feststellte, daß der "referred pain" der tiefen somatischen Strukturen einer anderen spinalsegmentalen Ausbreitung entspricht, als es die entsprechenden Hautsegmente erwarten lassen. Die nähere Untersuchung ergab, was vorher schon vermutet worden war, nämlich, daß die "Strukturen", von denen die Schmerzen herrührten, aus Fettgewebe bestanden, das sich im subfasciculären Raum befand. R.J. Dittich weist hierbei auf W.C.S. Copeman und W.L. Ackerman hin, die schon vorher von der Abnormität der Fettgewebslokalisation als sicherer Ursache von Schmerzsyndromen berichtet hatten. Sie hatten bei Sektionen öfters Depots von Fettgewebe in den tiefen Rückenregionen gefunden, die pathologische Veränderungen erfahren hatten, und die Ursache der Schmerzen gewesen sein sollen (Anamnese).

Kurz zu erwähnen ist vielleicht noch die psycho-

gene Komponente, die von einigen Autoren als ursächlich für Schmerzen in der Gegend des Steißes angesehen wird (O. N o r d m a n n , G. B. S c h o g e r und M. T h o r e k). Das ist insofern einleuchtend, als man das Krankheitsbild oft bei psychisch labilen Menschen findet. Diese Theorie versuchen A. S i c a r d und J. B r u z i è r e mit dem Hinweis auf den mangelnden Erfolg der Psychotherapie in diesen Fällen zu entkräften.

Die Aussage von O. F o e r s t e r , daß die Nn. coccygei von der Vorderseite des unteren Kreuzbeinwirbels und dem obersten Steißbeinanteil kommen und beiderseits um das Steißbein herum zu dessen Rückseite verlaufen, macht die Erklärungen einiger Autoren (M. S c h o t t e , F. M a n d l , K. L i n d e m a n n und H. K u h l e n d a h l) verständlich. Diese halten eine Gewalteinwirkung auf das Steißbein, die zu Bänderzerrungen, Weichteilquetschungen und Hämatomen führt, für die Hauptursache der neuralgischen Schmerzen.

Die neurogene Komponente der Coccygodynie wurde von M. M. J. G u i l l a u m e und D. S i g w a l d untersucht. Sie fanden eine Schmerzauslösung durch Irritation der Nerven von S₅, während eine Quetschung des Filum terminale, wenn man es von der Sacralwurzel isoliert hatte, keine Schmerzen machte.

Die von J. G. F i n d e r beschriebenen Erfolge durch die von dem Patienten selbst ausgeübte Massage der das Steißbein umgebenden Weichteile sprechen für die Richtigkeit der Annahme, daß die Schmerzen von Weichteilzerrungen herrühren.

Ganz im Gegensatz zu den Meinungen der bisher angeführten Autoren sehen G. J. D r u e c k , F. M a n d l , F. K r a u ß und W. F. S u e r m o n t das Trauma, das zur Fraktur oder Luxation führt, als verantwortlich für alle Schmerzaffektionen am Steiß an. In solchen Fällen ergibt allein die klinische Untersuchung die sichere Diagnose (starke umschriebene

Druckschmerzhaftigkeit und Zunahme des Schmerzes bei Beweglichkeitsprüfung, manchmal sogar Nachweis von Krepitation).

b. Angewandte Röntgentechnik zur Diagnostik der Steißbeinveränderungen.

Es ist verständlich, wenn immer wieder versucht worden ist, bei unklaren Beschwerden am Steißbein die Ursachen röntgenologisch nachzuweisen. Die Ergebnisse waren in den meisten Fällen nicht zufriedenstellend. Besonders in den Fällen, bei denen zwar Schmerzen angegeben werden, in der Anamnese aber kein Anhalt für ein Trauma zu finden ist, waren die röntgenologisch erhobenen Befunde unsicher.

G.A. S c h o g e r berichtet von 50 Coccygodyniefällen, bei denen er nur in 2 Fällen Veränderungen am Steißbein fand, betont aber, daß Beckenübersichtsaufnahmen oft derartige Veränderungen zeigten, ohne daß ein Steißbeinschmerz bestand.

G. F r a n c o n - L a u r e n t gibt ebenfalls an, in solchen Fällen niemals einen röntgenologisch fassbaren Befund am Steißbein erhoben zu haben.

Selbst, wenn eindeutig ein Trauma die Ursache für die Schmerzen ist und klinisch alles für eine Fraktur oder Luxation des Steißbeins spricht, ist es schwierig, an Hand des Röntgenbildes die Diagnose zu sichern.

Meistens soll sich bei den Frakturen und Luxationen des Steißbeins eine Abknickung des distalen Fragments, bzw. der distalen Wirbelelemente finden. E. G o l d betont jedoch, daß, solange röntgenologisch keine Frakturlinie nachzuweisen ist, die Diagnose schwer zu stellen ist.

Ach H. J u n g h a n n s sieht die größte Schwierigkeit in der Diagnose der Steißbeinfraktur. Er weist darauf hin, daß diese mit großen Verschiebungen und Abknickungen der Fragmente einhergehen kann. Daher sei es schwer, einen pathologischen Zustand von solchen

Fällen abzugrenzen, die eine derartige Abknickung als angeborene Variationsform aufweisen. (So auch R. G r a s h e y).

Von angeblich sicher diagnostizierten Steißbeinfrakturen berichten C.P.G. W a k e l e y (unter 300 untersuchten Fällen 3 Steißbeinfrakturen) und F. B e c k e r . Letzterer sah in 16 Jahren in der chirurgischen Klinik Basel 5 Frakturen und 3 Luxationen des Steißbeins (7% aller Beckenbrüche). Außerdem sammelte er aus den Akten der Schweizer Unfallversicherungsanstalt unter 481 Beckenbrüchen weitere 30 sichere Fälle von Frakturen und Luxationen des Steißbeins (das entspricht etwa 6%). Als Ursache wurde in 30 Fällen ein direktes Trauma am Steißbein angegeben. Von diesen angeblich sicher diagnostizierten Fällen wurden allerdings nur 7 Fälle geröntgt und nur bei einem Fall eine Frakturlinie nachgewiesen.

Die in einigen Arbeiten gefundenen Abbildungen wiedergegebener Röntgenbilder des Steißbeins lassen kaum Einzelheiten erkennen. Sicherlich ist der Grund dafür nicht allein im Drucktechnischen zu suchen, sondern auch in der Röntgentechnik. W. P u t s c h a r weist darauf hin, daß bei adipösen Patienten vor allem das seitliche Röntgenbild durch die Weichteilmassen der Nates unklar wird. Das sei mit ein Hauptgrund, weshalb die Röntgendiagnostik am Steißbein versage.

Von röntgenologisch nachweisbaren Befunden am Steißbein berichtet B. S a b a t . Er hat hierzu ein Verfahren entwickelt, mit dessen Hilfe er einen Film in der Ampulla recti direkt unter dem Steißbein fixieren kann. Die so erhaltenen Aufnahmen zeigen ausgezeichnete Ergebnisse. Leider ist das Verfahren wenig bekannt geworden, so daß keine Vergleichsaufnahmen anderer Autoren vorliegen.

c. Experimente zur Erforschung des Mechanismus
bei Gewalteinwirkungen auf das Steißbein.

Um den Mechanismus der Gewalteinwirkung bei Steißbeinverletzungen näher zu erforschen, hat K u s m i n (zitiert nach C. B r e u s und A. K o l i s k o) schon früh Experimente an Leichen vorgenommen. Er erzeugte bei einer nicht geöffneten weiblichen Leiche, die in vertikaler Lagen mit dem Kopf nach unten fixiert war, eine Steißbeinfraktur, indem er auf das freie Kreuzbeinende ein entsprechend angepasstes Stück Holz legte und auf dieses einen Schlag ausführte. Nach Entfernung der Weichteile stellte er fest, daß Steißbein und Kreuzbein zertrümmert waren und eine Fraktur quer über das Kreuzbein verlief. F. B e c k e r machte ähnliche Experimente, um das Wesen der Steißbeinverletzungen nach Gewalteinwirkung zu ergründen. Er schlug der auf dem Bauch liegenden Leiche mit einem Holzhammer flach von caudal her auf den Steiß. Dadurch ließen sich, wie er berichtet, Verletzungen am Steißbein erzeugen. Es entstanden Frakturen, nie aber Luxationen. In der Regel kam es zu Querbrüchen, seltener zu Schrägbrüchen und nie zu einer Längsfraktur. Die Frakturlinie verlief in den meisten Fällen durch die Mitte eines Steißbeinwirbels. Er beobachtete auch, daß selbst bei ankylotisch verändertem Gelenk der Bruchspalt nicht durch dieses, sondern auch dann durch die Wirbelkörper verlief. Auch bei hochgradiger abnormer Beweglichkeit kam es selten zur Dislokation des Fragments. Interessant ist weiter, daß bei seinen Experimenten zwar stets klinische Zeichen einer Fraktur vorhanden waren, die Röntgenbilder dagegen nur selten eine Fraktur deutlich erkennen ließen.

III. Entwicklungsgeschichte, Anatomie, Mißbildungen und Varietäten des Steißbeins.

Das Steißbein und das Kreuzbein entwickeln sich beide aus einem gemeinsamen Blastom, auch Rumpfschwanzknospe genannt. Es ist bekannt, daß menschliche Embryonen (4 - 12 mm Gesamtlänge) einen echten segmentierten Schwanz besitzen, der 3 - 6 Segmente zählt. Bis in das äußerste Ende der Schwanzspitze reicht das Medullarrohr, um dort mit Chorda, Darm und Mesoderm zu verschmelzen. Schwanzdarm, Chorda und Somiten verschwinden wieder; das Rückenmark erfährt eine Rückbildung. Der gesamte Schwanz wird bis auf die Basis in Mens II - III resorbiert. Es wird als eine sekundäre Rückbildung eines primär normal angelegten Organs angesehen, das entwicklungsgeschichtlich bedingt ist (G. T ö n d u r y , H. B o e n i n g). G. T ö n d u r y erklärt die große Variabilität des Steißbeins mit der unterschiedlichen Expressivität des Erbfaktors.

Es wird dem allgemeinen Verständnis der folgenden Ausführungen, aber auch dem Vorangegangenen dienlich sein, wenn die anatomischen Gegebenheiten des Kreuz - Steißbeins und deren Umgebung an dieser Stelle wiedergegeben werden.

Eingehend wird die Anatomie der Norm des Kreuz - Steißbeins von R. F i c k und W. W a l d e y e r beschrieben.

Das Ende der Wirbelsäule wird von einer spitz zulaufenden dreiecksförmigen Knochenplatte gebildet, die sich aus mehreren Elementen zusammensetzt. Diese können auf wechselnde Art miteinander verbunden sein. Da die Knochenstruktur die Krümmung des Kreuzbeins von dorsal nach ventral fortsetzt, entsteht die Form eines Kuckucksschnabels ("Os coccygis"; aus dem Griechischen entnommen). Die Differenzierung der einzelnen Steißbeinwirbel nimmt caudalwärts sehr schnell ab. Der erste Steißbeinwirbel hat noch proximale Gelenkfortsätze in Form der Cornua coccygea und kurze

seitliche Querfortsatzstummel, die *Processus costarii* (*transversarii*) *ossis coccygis*. Die distal folgenden Wirbel bestehen nur noch aus dem *Corpus vertebrae*, das kugelig oder unregelmäßig geformt ist und caudalwärts nur noch Erbsgröße hat.

Die Kreuzbein - Steißbeinverbindung (*Junctura sacro-coccygea*) ist zwar im Prinzip wie alle Wirbelverbindungen gebaut, zeigt aber einige Abweichungen. Die sacrale Endfläche des 1. Steißbeinwirbels, *Facies terminalis sacralis*, ist ein schmales, meist leicht ausgehöhltes, quergestelltes Oval. Die Verbindungsfläche des Kreuzbeins ist ganz ähnlich, nur etwas kleiner und eben. In der Regel findet sich zwischen den Verbindungsflächen eine dünne Bandscheibe, die wohl einen Faserring aufweist, aber selten einen Gallertkern enthält. An seiner Stelle findet sich dann eine Höhle. Im späteren Alter kann die Kreuz - Steißbeinverbindung verknöchern.

Regelrecht ausgebildete Gelenkfortsätze fehlen, allerdings sind die entsprechenden Kreuz - Steißbeinhörner fast stets mit einer dünnen Knorpelschicht versehen und durch Bänder miteinander verbunden. Ein Teil des *M. glutaeus maximus* hat an ihnen seinen Ursprung. Eine häufig auftretende Verknöcherung läßt die Kreuz - Steißbeinhörner zu einer Einheit verschmelzen.

Zwischen dem Querfortsatz des 5. Kreuzbeinwirbels und dem Rudiment des Steißbeinquerfortsatzes erstreckt sich ein ziemlich festes, plattes Band. Durch Verknöcherung dieses Bandes werden die 5 *Foramina sacralia* gebildet. Das Band entspricht dem *Lig. intertransversarium* und heißt *Lig. sacro - coccygeum laterale*. Die Bänder des Steißbeins sind nicht mehr klar differenzierbar; man kann sie nur noch als eine Abart der an der übrigen Wirbelsäule vorhandenen Bandzüge betrachten. Es sind 2 hintere Bänder zu unterscheiden, das *Lig. sacro - coccygeum posterius profundum*, welches dem *Lig. longitudinale posterius* entspricht und das

Lig. sacro - coccygeum posterius superficialis, das teilweise den Ligg. flava, teils der Capsula articularis entspricht. Das erstere bedeckt die dorsalen Flächen der Kreuz - Steißbeinwirbelkörper. Seine Bandmasse wird während seines Verlaufs von cranial nach caudal durch Zuwachs aus der harten Rückenmarkshaut verstärkt. Auf der Rückseite geht das Band, das mit dem Lig. sacro - coccygeum posterius superficiale oft eng zusammenhängt, in das Periost über. Letzteres besteht aus mehreren Faserzügen, die zum Teil von dem caudalen Ende der Crista sacralis media zur dorsalen Fläche des Steißbeins ziehen - dabei wird der Hiatus sacralis mehr oder weniger verschlossen - zum Teil aber spannen sie sich auch zwischen den Cornua ossis sacralis und den Cornua coccygea aus. Ferner befindet sich an der ventralen Seite des Steißbeins das Lig. sacro - coccygeum anterius (entsprechend dem Lig. longitudinale anterius). Es besteht aus 2 dünnen Faserzügen, die sich teilweise überkreuzen. H. L u s c h - k a hält dieses Band nicht für eine Fortsetzung des Lig. longitudinale anterius, sondern für einen selbstständigen Bandapparat. An diesem inseriert der M. levator ani.

Bei der Verbindung der Steißbeinwirbel untereinander findet man so große Unterschiede, daß es nicht möglich ist, eine Norm aufzustellen. In der Mehrzahl der Fälle verwachsen die unteren Steißbeinwirbel knöchern miteinander. Dagegen sind die beiden oberen oft lockerer miteinander verbunden als das Steißbein mit dem Kreuzbein. Das ist besonders dann der Fall, wenn letztere Verbindung verknöchert ist, so daß die Bewegung des Steißbeins von der Verbindung zwischen dem 1. und 2. Steißbeinwirbel übernommen werden muß. Meist findet man auch hier, wie bei der Kreuz - Steißbeinverbindung, eine Bandscheibe mit Faserring, aber ohne Gallertkern. Der Bewegungsumfang ist in diesem tiefer gelegenen Gelenk größer als in dem oberen, zumal hier keine Gelenkfortsätze das Ausmaß der Bewegung hemmen.

An den Seitenbändern der oberen Steißbeinwirbel inseriert der *M. coccygeus*.

Die Nervenversorgung des Steißbeins übernimmt der große Plexus sacralis, der mit einem Teil seiner Fasern den viel kleineren Plexus coccygis bildet. Dieser besteht also aus einem Teil von S_5 (manchmal auch S_4) und Co_1 . Durch die Ansa sacro - coccygea ist er mit dem Plexus pudendalis verbunden. Mit dem Truncus sympathicus (4. oder 5. Ganglion sacrale und dem Ganglion coccygeale) verbinden ihn kurze Fäden. Aus S_5 oder der Ansa sacro - coccygea entspringt der N. ano - coccygeale, der auf der ventralen Fläche des *M. coccygeus* an die Oberfläche der Haut dringt. Er versorgt hier die schmerzempfindliche Haut im Bereich der Steißbeinspitze und des Anus.

Die Gefäßversorgung erfolgt durch kleine Äste aus den Kreuzbeingefäßen.

Mißbildungen und Aplasien des Steißbeins sind von C. B r e u s und A. K o l i s k o beschrieben worden. Sie fanden unter 44 Beckenuntersuchungen 19 Steißbeinaplasien.

H. B o e m i n g h a u s , E. A. Z i m m e r und L. D i e t h e l m sprechen von halbseitigem oder vollständigem Fehlen des Steißbeins, das häufig in Verbindung mit anderen Mißbildungen besonders der Wirbelsäule vorkommen soll. Auch andere Autoren haben Agenesien des Steißbeins beobachtet (R. K i e n b ö c k R. J a n s o n u. a.). Die verstärkte Lordose, erst recht aber die winklige Abknickung wird von H. B o e m i n g h a u s , E. R u g e , C. J. D r u e c k und L. Z u c k s c h w e r d t zu den Mißbildungen des Steißbeins gezählt.

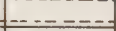
Ganz im Gegenteil hierzu sehen H. J u n g h a n n s und R. G r a s h e y in der Abknickung eine harmlose angeborene Variationsform (siehe oben!).

Das Auftreten eines regelrechten Gelenks an der Kreuz - Steißbeinverbindung bzw. der Verbindung zwischen 1. und 2. Steißbeinwirbel mit einer Gelenkhöhle,

die mit einer Innenhaut ausgekleidet ist, wird ebenfalls als Varietät angesehen (R. F i c k und W. W a l - d e y e r).

Für das Entstehen weiterer Variationsformen ist nach Meinung einiger Autoren die Tatsache der Assimilation verantwortlich zu machen.

A. L i e c h t i , G. S c h m o r l und H. J u n g h a n n s sprechen von sacro - coccygealen Übergangswirbeln, die ersterer in 5 - 14 % fand. Letztere dagegen geben keine Zahlen an, unterscheiden aber craniale Assimilation von caudal gerichteter. H.R. S c h i n z meint mit Cranial- und Caudalvariation das gleiche. Diese Ansicht wird durch P. L ü b k e bestätigt, der unter 200 Fällen 62 (31 %) mit vollkommen ausgebildeten 6 Kreuzbeinwirbeln fand. G.P. F r e t s , der anlässlich der Aufräumarbeiten eines Amsterdamer Friedhofs viel Vergleichsmaterial zur Verfügung hatte, fand unter 2476 Kreuzbeinen 452 5- wirbelige Sacra, mit denen der 1. Wirbel des Os coccygis verwachsen war; das entspricht 18,2 %.

	2 StbW.	3 StbW.	4 StbW.	5 StbW.	6 StbW.
J.Sobotta					
L.Rosenberg					
C.J.Drueck					
G.Töndury					
E.A.Zimmer					
E.Gold					
H.Braus					
A.Rauber- F.Kopsch					
W.Spalteholz- R.Spanner					
F.Sieglbauer					
A.Benninghoff					
F.Becker unter 300 Fällen					

Die Anzahl der Steißbeinwirbel ist großen Schwankungen unterworfen, so daß es unmöglich ist, eine Norm aufzustellen. Hinzu kommt, daß es bei Auftreten der Assimilation schwer zu entscheiden ist, welchen Wirbel man als 5. Kreuzbeinwirbel und welchen bereits als 1. Steißbeinwirbel ansieht.

In den einzelnen Werken der Anatomie differieren die Angaben über die Anzahl der Steißbeinwirbel sehr.

Obige Tabelle mag das veranschaulichen.

IV. Kritische Beurteilung von Steißbeinbefunden.

1. Untersuchungsmaterial und Untersuchungstechnik.

Die für die folgenden Untersuchungen notwendigen Präparate des Steißbeins wurden durch Präparation der Kreuz - Steißbeinregion und durch nachfolgende Sägeschnitte in Höhe des 2. - 3. Sacralwirbels aus der Leiche entnommen, in 30 %igem Formalin fixiert und präpariert. Um gute Vergleichsmöglichkeiten zu haben, wurde Wert darauf gelegt, daß die Fälle, denen die Steißbeine entnommen wurden, möglichst über alle Altersgruppen und über beide Geschlechter verteilt waren (25 Fälle von 14 - 82 Jahren).

Bei der Überprüfung der Anamnese ergab diese lediglich bei einem Fall einen Sturz auf den Steiß (s. Abb. 7). Ein Anhalt für Steißbeinschmerzen wurde in keiner Anamnese gefunden. Die untersuchten Fälle dürften daher im Hinblick auf Steißbeinbeschwerden als "normal" betrachtet werden.

Um einwandfreie Röntgenbilder vom Steißbein zu erhalten, was in vivo infolge der umgebenden Weichteilmassen mit den üblichen Methoden nicht möglich ist (der Sabat'sche Apparat stand leider nicht zur Verfügung), wurden die Steißbeinpräparate in Luft geröntgt.

Zur exakten Darstellung der Zwischenwirbelräume wurden die Präparate frei schwebend fixiert, jedoch mit der Möglichkeit, sie um beide Achsen drehen zu können. Zu diesem Zwecke wurden in einem Plastikeimer (Hostalen)

2 Säulen aus Polyesterol (Hartkunststoff) als Stützapparat eingebaut. So war auch die Möglichkeit gegeben, später Versuche mit weichteildichter Umgebung (Präparate unter entsprechender Wassersäule) zu machen. Zwischen die Säulen wurden 2 Ringe aus dem gleichen Material, drehbar um 2 Ebenen aufgehängt. Jeweils an den Drehachsen angebrachte Winkelmesser ermöglichten eine exakte Einstellung besonders bei Wiederholung der Versuche. In den inneren Ring wurde das Präparat mittels einer Kunststoffschnur (Perlon) eingespannt.

Rein empirisch wurde nun durch Kippen der jeweils optimale Strahlengang für die einzelnen Zwischenwirbelräume ermittelt (s. Abb. 1 u. 2).



Abb. 1. Eingespanntes Präparat im Ringsystem, ap Ebene (äußerer Ring ermöglicht das Schwenken um die Querachse →).

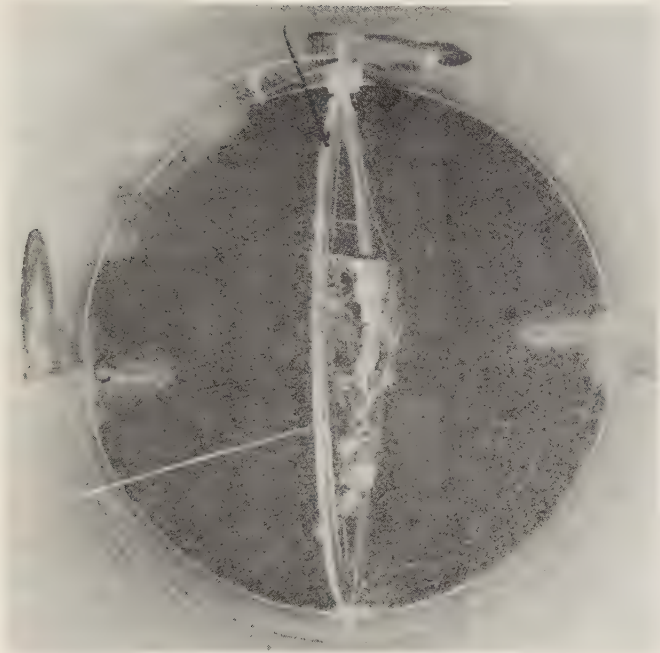


Abb. 2. In die 2. Ebene geschwenktes Präparat.
(mittels des inneren Ringes Schwenken
um die Längsachse →)

Anschließend wurden alle Präparate, deren Zwischenwirbelräume nicht verknöchert waren, unter Zugbelastung geröntgt, d.h. bei maximalem Zug der Steißbeinspitze nach vorn und hinten und zur Seite. Dazu wurden die Präparate fest eingespannt. Dies wurde mit einer um ihre Achse drehbaren Schraubzwinge, die an einer Tischlerplatte befestigt war, erreicht. Auch hier bestand die Möglichkeit der Drehung in 2 Ebenen und exakter Einstellung durch angebrachte Winkelmesser (s. Abb. 3).

Bei einigen Präparaten wurden spezielle Untersuchungsmethoden erforderlich.

Zwei Präparate wurden geschichtet (simultan, mit

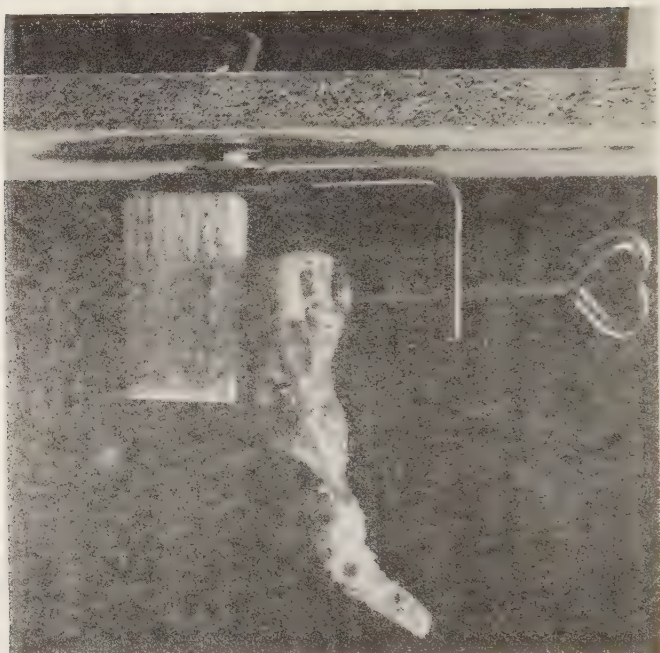


Abb. 3. Vorrichtung zur Fixation der Präparate bei Bewegungsprüfungen.

Filmabstand von 3 mm), ein besonders gut strukturisiertes mit Weichteildichte (sagital 20 cm und seitlich 30 cm Wasser) und nach der veralteten Methode von B. S a b a t geröntgt (wie oben erwähnt, stand der später von ihm entwickelte Apparat leider nicht zur Verfügung). Ein auf 4,5 und 6,0 cm zugeschnittener Doneofilm wurde zwischen 2 Condome gelegt, von denen das innere aufgeblasen und so unter das Steißbein geschoben wurde. Auf diese Weise kam der Film trotz der Weichteile (Wasser) unmittelbar unter das zu untersuchende Objekt, was relativ gute Bilder ergab.

Bei Auswertung der Ergebnisse erhob sich die Frage nach der Bewandtnis kleiner Verschattungen in den

Zwischenwirbelräumen mancher Präparate.

Dieser Frage wurde makroskopisch durch Aufschneiden der in Frage kommenden Stellen nachgegangen.

Um der Art der Verknöcherung der Zwischenwirbelräume, wie sie bei einigen Steißbeinen auf den Röntgenbildern ersichtlich wurde, genauer nachzugehen, wurden diese histologisch untersucht. Zu diesem Zweck wurden die auf den Röntgenbildern ermittelten Stellen aus den Präparaten herausgesägt. Diese wurden entkalkt, nach der üblichen Methode in Paraffin eingebettet und mit Hämatoxylin - Eosin und Toluidin gefärbt.

Die Hämatoxylin - Eosin Färbung ermöglichte durch Anfärbung der Kerne zu entscheiden, ob es sich wirklich um rein degenerative Prozesse im Bereich der Bandscheiben handelte.

Mit der Toluidin Färbung lassen sich Schleimsubstanzen (Mucopolysaccharide) durch Metachromasie (blau wird rot) nachweisen. Sie wurde in diesem speziellen Fall angewandt, um nach Knorpeldegenerationen, die zu Schleimbildung führen, zu fahnden.

2. Anatomie des Steißbeins im Röntgenbild.

Nach Abschluß der Untersuchungen lagen gute Röntgenbilder des Steißbeins in sagittaler und seitlicher Darstellung vor.

Beim Vergleich der verschiedenen Präparate aller untersuchten Steißbeine (25) fiel auf, daß kein Steißbein auch nur annähernd einem anderen glich. Es fanden sich, wohl der Norm entsprechend, gebogene Formen mit wechselnd stark ausgebildeter Krümmung (s.Abb.4), Übergangsformen mit sehr flach ausgebildetem Bogen (s.Abb.5) oder einer Krümmung, die in eine Streckung ausläuft (4 Fälle) (s.Abb.6), und extrem gerade gestreckte Steißbeine (7 Fälle) (s.Abb.7). Außerdem konnte bei 6 Steißbeinen eine Abknickung beobachtet werden. Bei 4 Steißbeinen verlief der Knick im Intervertebralspalt, d.h. der distale Steißbeinkörper stand in einem bestimmten Winkel zum proximalen (s.Abb.8), während



Abb. 4.

Stärkste Krümmung
im Bereich des 1.
und 2. Steißbein-
wirbels.

Abb. 5

Ausgesprochen
flach verlaufen-
der Bogen, der
im Kreuzbein be-
ginnt und im
Steißbein fort-
gesetzt wird.





Abb. 6

Krümmung im Kreuz-
bein, während
das Steißbein weit-
gehend gestreckt
verläuft.

Abb. 7.

Extrem gestrecktes
Steißbein eines
59-jährigen Mannes,
der einen Sturz auf
den Steiß angege-
ben hatte.





Abb. 8

Abknickung mit Winkelbildung innerhalb eines Inter-vertebralspaltes.

bei 2 Präparaten die Winkelbildung innerhalb eines Steißbeinkörpers lag (s. Abb. 9).



Abb 9

Winkelbildung innerhalb eines Steißbeinkörpers.

Bei einem Präparat zeigte das Kreuzbein eine Winkelbildung (s.Abb.10).



Abb. 10
Winkelbildung bereits im Kreuzbeinkörper.

Da, wie an Hand der Tabelle auf Seite 14 gezeigt wurde, die Ansichten über die Anzahl der Steißbeinwirbel sehr verschieden sind, war es von Interesse, die verschiedenen Ergebnisse darauf hin zu untersuchen. Bei dem Versuch, die Wirbel abzuzählen, traten Schwierigkeiten auf. Wegen der möglichen Sacralisation war es schwierig zu entscheiden, welchen Wirbelkörper man als den 5. Kreuzbeinwirbel und welchen als den 1. Steißbeinwirbel ansehen sollte. Außerdem erhob sich die Frage, ob man nur die durch einen Spalt voneinander getrennten Steißbeinwirbelkörper zählen sollte, oder auch die, die zwar zu einem Körper verschmolzen waren, aber durch Segmentierung deutlich die früheren Grenzen erkennen ließen (s.Abb.25a). Soweit sich noch deutliche Merkmale der Steißbeinwirbel erkennen ließen,

wurden hier sowohl die der Sacralisation anheim gefallenen, als auch die durch Verknöcherung verschmolzenen, aber durch Segmentierung noch deutlich abgrenzbaren Wirbel mitgezählt. So konnten 14 Präparate mit 3 Steißbeinwirbeln, 5 mit 4 Steißbeinwirbeln und 2 mit 5 Steißbeinwirbeln gezählt werden. Bei 3 Präparaten konnte wegen der oben genannten Schwierigkeiten nicht sicher entschieden werden, aus wieviel Wirbeln sie bestanden. 1 Präparat war zu einer nicht segmentierten Masse knöchern verschmolzen (s. Abb. 11a u. b).

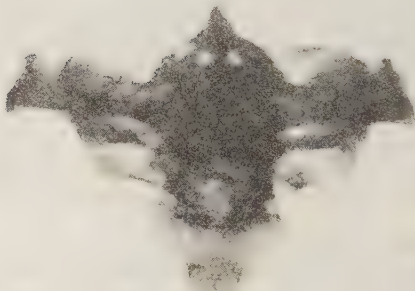


Abb. 11a

Völlige Verknöcherung
des Steißbeins.

An der Kreuzbein - Steißbeingrenze fanden sich, genau wie an anderer Stelle der Wirbelsäule beobachtet werden kann, Übergangswirbel (von manchen Autoren als Assimilation definiert; G. S c h m o r l , H. J u n g h a n n s). Leider war es bei den untersuchten Präparaten nicht möglich zu entscheiden, ob es sich um eine "ascendierende oder descendierende Assimilation" handelte. Um hier sichere Aussagen machen zu können, hätte man das gesamte Sacrum mit zur Beurteilung heranziehen müssen. Das Sacrum



Abb. 11b

Völlige Verknöcherung
des Steißbeins.

wurde aber zum Teil in der Leiche belassen. Es zeigte sich jedoch, daß die Assimilation recht häufig war und dann meistens asymmetrisch auftrat, 7 Präparate zeigten alle Übergänge von beginnender bis zu vollständiger Assimilation, wobei diese 6 mal asymmetrisch auftrat (s. Abb. 12 u. 13).

Abb. 12

Asymmetrische Assimilation. (→) einseitig mehr als auf der Gegenseite (---→). Abweichung von der Mittellinie. Auch S_5 zeigt rechts und links unterschiedliche Form. $S_5/1$ verknöchert.





Abb. 13

Deutliche Asymmetrie, wobei die Entscheidung, ob ascendierende oder descendierende Assimilation vorliegt, nicht zu fällen ist (s.Text). Abweichen von der Mittellinie.

In der sagittalen Darstellung zeigte sich ferner, daß bei verhältnismäßig vielen Steißbeinen eine Abweichung von der Mittellinie nach rechts bzw. links festzustellen war (16 Fälle), wobei auch wieder alle Grade der Abweichung beobachtet werden konnten. (s.Abb.12,13,21,22 u.29).

3. Beweglichkeit und Belastbarkeit des Steißbeins.

Bei einigen Präparaten (in 9 Fällen) wurden die in dem vorigen Kapitel beschriebenen Bewegungsprüfungen vorgenommen (s.Abb.14,15 u.16).

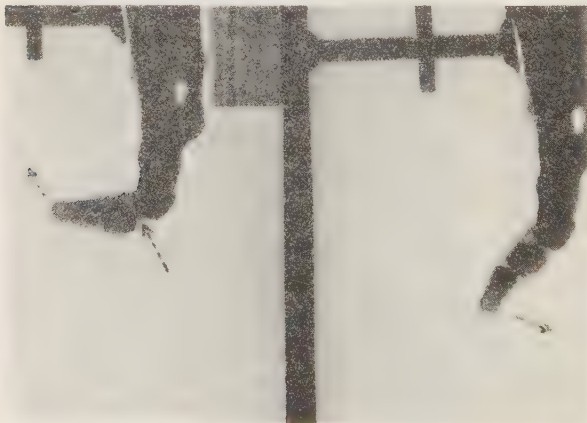


Abb. 14

Stärkste Zugbelastung nach ventral und dorsal. Zugrichtung (→). (---→) Pfeil deutet auf Schnittführung. (s.Abb. 24).

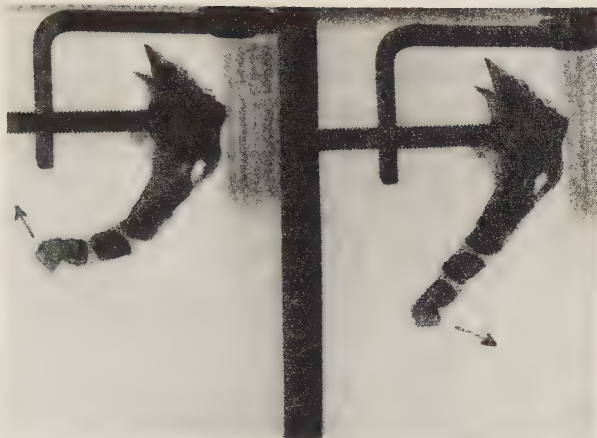


Abb. 15
Zugbelastung.



Abb. 16
Zug nach lateral, rechts
und links.
Zugrichtung
(→).

Brachte man die in den extremen Stellungen bei stärkstem Zug in der jeweiligen Richtung geschossenen Bilder zur Deckung, so ließen sich an Hand der so übereinander projizierten Skizzen sehr gut die maximalen Bewegungsexkursionen darstellen. Einige Abbildungen mögen dieses veranschaulichen (s. Abb. 17, 18, 19 u. 20).



Abb. 17

Darstellung des Bewegungsausmaßes. Ruhestellung (—), ventraler Zug (-.-.), dorsaler Zug (.....).



Abb. 18



Abb. 19

Bewegungsausmaß bei nur einem freien Intervertebralspalt bei 5/1 (→).



4. Zwischenwirbelräume.

Richtete man seine Aufmerksamkeit auf die Zwischenwirbelräume, so konnte man feststellen, daß 6 mal der Spaltraum zwischen Sacrum und 1. Steißbeinwirbel (5/1) völlig verknöchert war (s. Abb. 12, 21 u. 29).

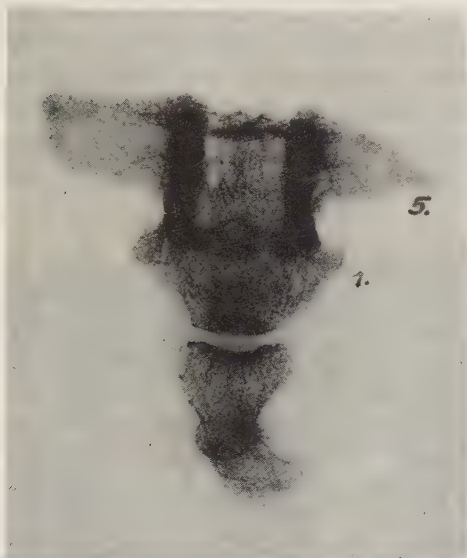


Abb. 21

Hochgradige Abweichung
von der Medianlinie.
5/1 verknöchert.

Ein Steißbein, das wie schon erwähnt, keine Zwischenwirbelräume aufwies, wurde nicht mitgezählt. Um in dieser Annahme völlig sicher zu gehen, wurde das Präparat geschichtet. Es fand sich auf keiner Schichtaufnahme ein Hinweis für einen Zwischenwirbelraum. Bei 3 weiteren Kreuz - Steißbeinverbindungen waren Synostosierungen nur teilweise eingetreten.

Es war vielleicht kein Zufall, daß das völlig synostosierte Präparat von einem 82-jährigen Mann stammte, und daß die 6 bei 5/1 verknöcherten Steißbeine von Individuen, die der Altersklasse von 59 - 76 angehörten und die der teilweise verknöcherten zum 6. Jahrzehnt zählten (49 - 60). Auffällig war, daß von den oben genannten Fällen nur 1 Präparat von einem weiblichen Individuum stammte, alle anderen jedoch männlichen Leichen entnommen worden waren. Bei allen die-

sen Steißbeinen konnte, bis auf eine Ausnahme, bei der auch der Zwischenwirbelraum $1/2$ synostosiert war (und natürlich das gänzlich zu einer Masse verschmolzene Präparat), eine freie Beweglichkeit im Spaltraum $1/2$ nachgewiesen werden. Alle übrigen Steißbeine (16 Fälle) zeigten mehr oder weniger freie Zwischenwirbelspalte bei $5/1$, 14 von diesen hatten einen zusätzlichen Spaltraum bei $1/2$, 6 sogar noch einen bei $2/3$.

Ferner fielen bei 9 der 25 Präparate deutliche, kleine, schattengegebende Gebilde im freien Spaltraum auf (s. Abb. 22 u. 31a), bei einigen sogar in 2 Zwischenwirbelräumen.



Abb. 22

Deutlich sichtbarer Schatten, frei im Wirbelzwischenraum ($\rightarrow$). Abweichung von der Mittellinie.

Es erhob sich nun die Frage, wo sich das Gebilde befand und um was es sich handelte. Eine mikroskopische Untersuchung hätte in diesem Fall wenig Zweck gehabt. Um histologische Schnitte anzufertigen, hätte man die Präparate weitgehend entkalken müssen und damit auch die "Kalkstrukturen" entfernt. Um auf das "wo" eine Antwort zu finden, bot sich nur die makroskopische Untersuchung.

Bei Eröffnung der in Frage kommenden Intervertebrälräume fanden sich inmitten des umliegenden Faser-
gewebes kalkartige Verhärtungen, die man sicherlich
als beginnende Bandscheibenverkalkung nach Art einer
Nucleusverkalkung der Wirbelsäule ansehen kann.

Damit war gleich eine weitere Frage angeschnitten,
handelte es sich wirklich um Bandscheiben? Makrosko-
pisch mußte diese Frage bejaht werden. Bei 2 der darauf-
hin untersuchten Präparate wurden die Endflächen der
benachbarten Wirbelkörper (facies terminalis), nachdem
die Spalträume aufgeklappt worden waren, photographiert
(s. Abb. 23 u. 24a u. b).

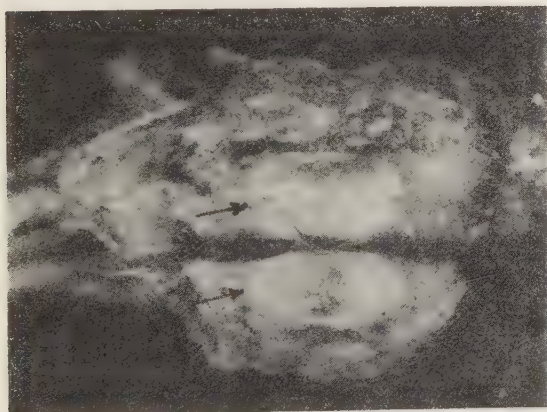


Abb. 23

Aufgeschnittener
und aufgeklappter
Spaltraum mit An-
sicht auf beide
Endflächen (→)
(s. Abb. 16 Schnitt-
führung Pfeil (---

Abb. 24a

Pfeil (---→)
Schnittführung.



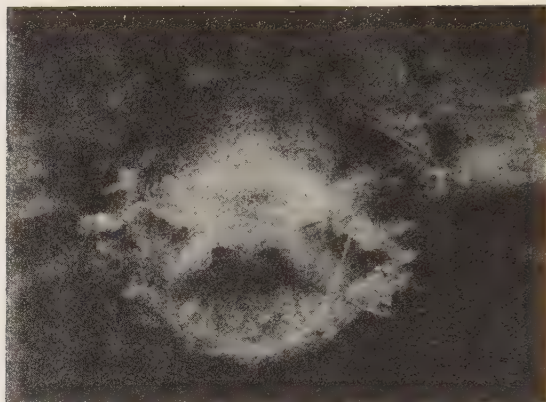


Abb. 24b
Endflächen mit
Faserstruktur.

Die Bilder ließen deutlich eine ringförmige Faserstruktur außen und eine ausgedehnte Kernbildung innen erkennen.

Vielleicht ist es interessant, darauf hinzuweisen, daß bei 3 Präparaten blasenförmige Aufhellungen im Intervertebralspalt zu sehen waren, wenn man diesen durch einen Zug belastete (s. Abb. 25a u. b).



Abb. 25a

Blasenförmige Aufhellung im Zwischenwirbelspalt bei Zugbelastung nach dorsal (--->) (s. Abb. 26b).



Abb. 25b

Bewegungsausmaß bei Zug nach dorsal.

Ob es sich dabei um Luft handelte, mag dahingestellt bleiben; etwas ähnliches findet man gelegentlich auch bei den großen Gelenken (bei Kindern und bei Arthrosen) und bei Bandscheibenschäden.

Wendete man seine Aufmerksamkeit mehr den Endflächen der einzelnen Wirbelkörper zu, so fanden sich bei verschiedenen Steißbeinen (8 mal) deutliche Randzackenbildungen, die bei 1 Präparat am dorsalen Rand der unteren Endfläche sichtbar wurden (s. Abb. 26).



Abb. 26

Zackenbildung am Rand des Wirbelkörpers ($\dashrightarrow$). Außerdem kalkdichter Schatten im Intervertebralraum $1/2$ ($\rightarrow$). Markierung der histologisch untersuchten Stelle ($\square$).

Auch von diesem Präparat wurden Schichtaufnahmen angefertigt, wobei sich die Zacke am deutlichsten auf dem Schichtbild von etwa 15,0 mm darstellte (s.Abb.27).

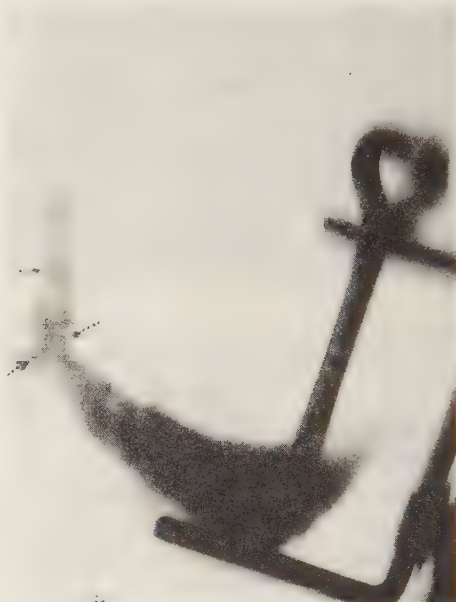


Abb. 27

Lokalisation der Randzacken durch Schichtaufnahmen. Tiefe etwa 15,0 mm. (→) Schatten im Zwischenwirbelraum.

Damit war es möglich, ihre Lokalisation zu bestimmen, die bei einer Gesamttiefe von etwa 27 mm fast in der Mitte anzunehmen war. Bei den übrigen waren sie an den seitlichen Rändern und dann meistens sowohl an der proximalen als auch an der distalen Endfläche also stets in der Peripherie lokalisiert (s.Abb.28).

Bei 9 weiteren Präparaten war eine weitgehende Synostosierung eingetreten. Es ließen sich alle Übergänge finden, von solchen, bei denen gerade die Ränder betroffen waren, bis zu jenen, die vom ehemaligen Intervertebralspalt nur noch andeutungsweise eine kleine Höhle aufwiesen (s.Abb.29).

Die Frage, ob es sich dabei um rein degenerative Prozesse im Sinne einer Spondylose handelte, lag sehr nahe. Um hier zu einem Ergebnis zu kommen, wurde histologisch untersucht. Die jeweils in Frage kommenden Stel-



Abb. 28

Randzackenbildung im
 $1/2$ Spaltraum, $5/1$
vollständig verknöchert. Markierung der
histologisch untersuchten
Stelle.

Abb. 29

Abweichung von der
Mittellinie. Es
wurden 2 Stellen
histologisch un-
tersucht.
(Markierung)



len wurden herausgesägt (s. Abb. 26, 28 u. 29).

Bei allen auf diese Weise untersuchten Präparaten ergab sich eine teilweise Verknöcherung der Bandscheibe. Es handelte sich eindeutig um degenerative Vorgänge im Sinne einer Spondylosis deformans. Es waren alle Übergänge zu sehen, von der Randzackenbildung bis zur völligen Verknöcherung des Zwischenwirbelraums. Auch die Zwischenstufen der Verknöcherung, wie z.B. Knorpelwucherungen, die an den Rändern der Wirbelkörper zunächst zur Bildung von Randwülsten führen, waren nachzuweisen. Der Knorpel degeneriert seinerseits, und es wächst Bindegewebe ein, das dann verknöchern kann. Bei 2 Präparaten ließ sich diese Degeneration des Knorpels deutlich durch Metachromasie nachweisen. Bei den meisten war allerdings eine Verknöcherung von Knorpelgewebe zu sehen. Bei einigen anderen waren noch Kalksalzeinlagerungen im Bindegewebe, das man als dem Anulus fibrosus zugehörig bezeichnen kann, nachweisbar. Als Nebenfund fanden sich unregelmäßige Hohlraumbildungen innerhalb der Bandscheiben, sogenannte Trümmer- und Geröllcysten. Man kann sie ebenfalls als Zeichen ablaufender degenerativer Prozesse ansehen.

Es ist daher darauf hinzuweisen, daß es im Verlauf des Lebens im Alter am Steißbein, wenn es, wie einige Autoren (F. B e c k e r , R. F i c k , W. W a l d e y e r) beschreiben, aus mehreren Abschnitten besteht, die gelenkig miteinander verbunden sind, möglicherweise eine Ankylose zustande kommen könnte.

5. Diagnostische Schwierigkeiten durch umgebende Weichteile und Projektionseffekte.

Das vergleichsweise mit Weichteildichte geröntgte Präparat war wegen seiner etwas komplizierten Struktur ausgewählt worden. Die Vergleichsbilder zeigten deutlich, wie sehr die Strukturdifferenziertheit verloren gegangen war (s. Abb. 30a u. b u. 31a u. b). So waren auf dem ap Bild die Zwischenwirbelräume bis auf einen nicht mehr deutlich nachzuweisen. Der eindeutige Kalkschatten



Abb. 30a

Präparat nach Versuchsanordnung (s. Text) geröntgt. Kalkschatten im Spaltraum 5/1 (→)

Abb. 30b

Präparat zum Vergleich mit entsprechender Weichteildichte (20 cm Wassersäule) geröntgt. Kalkschatten noch eben sichtbar (→).





Abb. 31a

Entsprechend 30a, aber
in der 2. Ebene.



Abb. 31b

Vergleich zu 31a. Un-
ter Wasser geröntgt.

im Zwischenwirbelraum 5/1 war nur noch im Vergleich, wenn man von seiner Existenz wußte, zu erkennen. Auch die eindeutig durch Projektion entstandenen Verdichtungs-
linien konnten in den Vergleichsbildern leicht Anlaß zu Fehldiagnosen im Sinne einer alten Frakturlinie geben.

Ein von demselben Präparat angefertigtes Bild nach der schon geschilderten Sabat'schen Methode wurde vergrößert dargestellt (s.Abb.32).

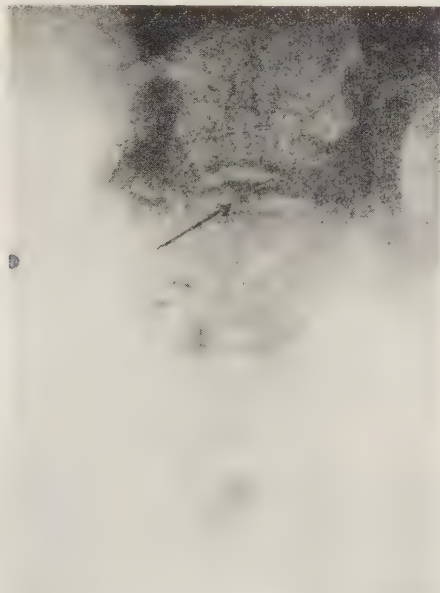


Abb. 32

Dasselbe Präparat nach der Methode von Sabat mit Film zwischen 2 Condomen unter 20 cm Wassersäule geröntgt. Kalkschatten deutlich nachzuweisen. (Aufnahme ist vergrößert).
(Zu 30a, b Seitenverkehrt)

Die Zwischenwirbelräume stellten sich deshalb nicht eindeutig dar, weil der Strahlengang diese nicht genau senkrecht traf, ein Fehler, der hauptsächlich in der Methode zu suchen ist.

Andererseits traten diagnostische Schwierigkeiten durch Projektionseffekte auf. Bei genauerer Betrachtung einiger Röntgenbilder fielen eigenartige Linien in den Knochenstrukturen auf, die sich bei näherer Untersuchung als zufällige Superpositionen verschiedener Substrate erklären ließen (s.Abb.33a u.b). Sie wiesen die verschiedensten Formen auf.



Abb. 33a

Ringförmige Verdichtungs-
linie als Projektions-
effekt (→). Vergleiche
Abb. 33b. (→) Pfeil
weist auf entsprechende
Struktur hin.

Abb. 33b

Der gleiche Effekt
kommt in der 2. Ebene
an anderer Stelle
(--→) zur Darstel-
lung (s. Abb. 33a
(--→)).



Wie wichtig der optimale, d.h. möglichst zu allen Zwischenwirbelräumen parallel verlaufende Strahlengang zur Darstellung dieser Spalträume ist, mögen 2 Beispiele veranschaulichen (s. Abb. 34a u. b).



Abb. 34a

Das Präparat scheint vollkommen verknöchert zu sein.

Abb. 34b

Dasselbe Präparat, nachdem es um 30° um seine Querachse gekippt wurde. Deutlich 3 Spalträume nachweisbar.



Die erste Aufnahme ließ an eine völlige Verknöcherung denken, doch zeigte sich bei Wiederholung der Aufnahme in einem anderen Querachsenwinkel zum Strahlengang, daß 3 völlig Spalträume existieren. Ähnlich verhielt es sich bei anderen Präparaten.

6. Diskussion.

Im Folgenden soll nun erörtert werden, welche Aussagen im Hinblick auf eine sichere röntgenologische Diagnostik pathologischer Befunde beim Steißbeinschmerz an Hand der Ergebnisse gemacht werden können, welche Befunde das Röntgenbild des Steißbeins überhaupt zeigt, und wie diese zu deuten sind und letztlich, ob es eine klare Grenze zwischen dem Normalen und dem eindeutig Pathologischen gibt. Schließlich wäre noch der Wert der Sabat¹ schen Methode zu diskutieren.

Zu Anfang muß noch einmal herausgestellt werden, daß die zu den Versuchen benutzten Präparate von Individuen stammten, die eine völlig leere Anamnese in Bezug auf Steißbeinschmerzen hatten. Daraus ergibt sich, daß alle bei diesen Präparaten gefundenen Veränderungen nicht im engeren Sinne pathologisch gewertet werden dürfen.

Bei dem Versuch, auf die Frage, warum sich bei stärksten Beschwerden am Steißbein keine pathologischen Befunde im Röntgenbild finden lassen, eine Antwort zu finden, kann man auf die Aussagen einiger oben genannter Autoren verweisen.

Es ist verständlich, daß röntgenologisch dann keine Befunde zu erwarten sind, wenn die Beschwerden am Steiß nicht Folgen eines Traumas oder anderer Knochen-destruierender Prozesse (Osteomyelitis, Tumoren usw.) sind und wenn vorausgesetzt wird, daß die nicht traumatische Genese im Sinne der erwähnten Weichteilaffektionen für Steißbeinschmerzen zutrifft (J.Y. S i m p s o n , G. T h i e l e , R. J. D i t t r i c h , M. M. J. G u i l l a u m e , D. S i g w a l d , G. A. S c h o - g e r u. a.). Das einzige, was man in solchen Fällen

unter Umständen erwarten könnte, wäre eine Periostitis, die jedoch selbst an der Wirbelsäule bei entzündlichen Prozessen nicht nachgewiesen werden kann. Selbst wenn ein Trauma als Ursache angesehen werden muß, kann die röntgenologische Untersuchung nicht weiterführen, wenn es sich um frische Bänderzerrungen, Weichteilquetschungen oder Blutergüsse handelt, wie sie von C.F. Steinthal, O. Nordmann, M. Schotte u.a. für die Entstehung der Schmerzen verantwortlich gemacht werden.

Andererseits beobachtet man im Röntgenbild des Steißbeins oft Befunde, die vom Normalen abweichen, ohne daß der Träger über diesbezügliche Beschwerden klagt. Es drängt sich dann die Frage auf, was man noch der Norm zurechnen kann und was als eindeutig pathologisch anzusehen ist.

Diese Frage zu beantworten, ist sehr schwierig, da Form und Größe des Steißbeins, sowie die Zahl der Steißbeinwirbel stark variieren und sich altersbedingte Abnutzungserscheinungen schon früh manifestieren können.

Beginnt man mit der Anzahl der Steißbeinwirbel, so konnten die Versuchsergebnisse keine Klarheit bringen, ebensowenig, wie in der Literatur darüber Einigkeit herrscht. Auch wenn man genau festlegt, was man als Steißbeinwirbel definiert (entweder nur die gelenkig miteinander verbundenen Wirbelkörper oder auch die zwar knöchern verwachsenen, jedoch deutlich segmentierten), variiert die Anzahl noch erheblich.

Da alle untersuchten Präparate von Seiten der Anamnese im Hinblick auf Steißbeinbeschwerden als normal zu bezeichnen sind, ist es fraglich, ob man berechtigt ist, Befunde für pathologisch zu erklären, die zwar nicht der Norm entsprechen, für den Träger aber keinerlei Nachteile haben.

Einige Autoren (A. Boeminghaus, E. Ruge, L. Zuckschwerdt) sehen die stark gewinkelten Formen des Steißbeins als pathologisch an und in ihnen eine Ursache der Coccygodynie. Da bei 6 der

25 Fälle eine solche Abknickung gefunden wurde, kann man diese sicherlich nicht als pathognomonisch für die Steißbeinschmerzen ansehen. R. G r a s h e y sieht in der winkeligen Abknickung nur eine Variante (H. J u n g - h a n n s ebenfalls). Derartige Befunde sind, wenn vorhanden, auch unter ungünstigsten technischen Bedingungen (große Weichteilmassen) immer zu erheben.

Ebenso eindeutig läßt sich die von H. B o e m i n g - h a u s , L. D i e t h e l m u.a. beschriebene Agenesie des Steißbeins (coccygeale Agenesie) röntgenologisch nachweisen. Doch gehen die Meinungen für das Fehlen des Steißbeins als Ursache für Beschwerden weit auseinander. Während R. K i e n b ö c k und E.A. Z i m m e r dieses als Ursache ansehen, sind A. J a n s o n und E. R u g e gegenteiliger Meinung. C.J. D r u e c k , F. B e c k e r u.a. sehen im Fehlen des Steißbeins nur eine mögliche Ursache für Schmerzen. Bei dem untersuchten Material wurde kein ähnlicher Fall gefunden. Zu dieser Frage konnte daher keine Stellung genommen werden.

Einige Autoren halten eine Fraktur des Steißbeins für unmöglich (C.C. C r é v e und C. W e b e r), andere für äußerst selten (C. B r e u s und A. K o l i s - k o , M a l g a i g n e , H. A n g e r e r u.a.), was sie mit der relativ guten Beweglichkeit des Steißbeins erklären. Diese freie Beweglichkeit, sowie die Behauptung einiger Autoren (H. A n g e r e r u.a.), regelrechte Gelenke bei 5/1, bzw. 1/2 gefunden zu haben, und endlich die Tatsache, daß in den Intervertebrälräumen Bandscheiben gefunden wurden, waren der Anlaß dafür, die Beweglichkeitsprüfungen an den Präparaten vorzunehmen. Bei den Versuchen zeigte sich tatsächlich eine verhältnismäßig gute Beweglichkeit nach ventral und dorsal. Dadurch läßt sich jedoch die Möglichkeit einer Fraktur oder Luxation des Steißbeins keineswegs ausschließen.

Zwar wurden bei den untersuchten Präparaten in den Zwischenwirbelräumen Bandscheiben gefunden, ein regelrechtes Gelenk mit synovial ausgekleideter Höhle konnte jedoch nicht beobachtet werden. An den Bandscheiben kamen

degenerative Veränderungen zur Beobachtung. Es konnten röntgenologisch, makroskopisch und mikroskopisch eindeutig Verkalkungen an ihnen nachgewiesen werden (H. B u t t e n b e r g beschreibt ähnliche Befunde an den Bandscheiben). Sicherlich ist dies jedoch ein Nebenbefund, der für die Ätiologie von Steißbeinbeschwerden nicht in Betracht kommt.

Die Ergebnisse stimmen völlig mit den von H. A n g e r e r gefundenen überein, der die Steißbeinschmerzen allerdings von Mikrotraumen, wie sie bei physiologischer Beanspruchung entstehen, herleitet (sacraler Sitz). Ähnlicher Meinung sind A. K ö h l e r und E. A. Z i m m e r , die das Reiten als eine Ursache der Coccygodynie ansehen. H. A n g e r e r untersuchte histologisch und fand verschiedene Formen von Steißbeinveränderungen, nämlich Spaltbildungen in den Bandscheiben, Geröll- und Trümmercysten mit Blutungsherden und reaktiven Gewebsveränderungen im Bereich der knorpeligen Bandscheiben und Prozesse, die zum Schwund des Knorpelgewebes führen. Er sieht darin Befunde, die weitgehend einer Spondylitis deformans - wie er sie nennt - gleichen. Aus seinen Beschreibungen geht klar hervor, daß er damit die degenerativen Veränderungen bei der Spondylosis deformans meint.

Obwohl bei den untersuchten Präparaten massive Veränderungen nachgewiesen werden konnten, die den von H. A n g e r e r beschriebenen entsprechen, hatten die Träger nie über Beschwerden am Steiß geklagt.

Auf die Frage, ob und welche Funktion dem Steißbein beim Menschen (noch) zukommt, gibt das Schrifttum keine Auskunft. Mit der bekannten Feststellung, daß es ein rudimentäres Organ darstellt, ist es an und für sich nicht getan. Der Nachweis, daß an seinen Knochen mit zunehmendem Alter oft umfangreiche degenerative, und zwar spondylotische Veränderungen auftreten, kann nur auf zweierlei Weise erklärt werden. Entweder handelt es sich hierbei um Zeichen allgemeiner Abnutzung, wie wir sie auch an der übrigen Wirbelsäule, von Fall zu Fall in verschied-

den großem Ausmaß auftretend, als generalisierte Spondylosis deformans kennen, ohne ihr für eine Krankheitsauslösung Bedeutung beizumessen, oder aber wir müssen dem Steißbein und seinen Einzelknochen doch irgendwelche mechanische Funktionen zuerkennen, welche im Falle einer Überbeanspruchung zu umschriebenen reaktiven Degenerationsprozessen führen können, wie wir ebenfalls an einzelnen Bewegungssegmenten der Wirbelsäule mit unter Umständen großer klinischer Bedeutung finden. Eine sichere Entscheidung zwischen beiden Möglichkeiten zu treffen ist am Steißbein in Anbetracht der von Natur aus erheblichen Formschwankungen unmöglich. Das anscheinend in diesem Bereich besonders frühe Auftreten degenerativer Prozesse und der vielleicht wirklich hier vorkommende Übergang in eine Ankylose (ganz im Gegensatz zu degenerativen Veränderungen anderer Regionen) läßt allerdings ~~aber~~ an die letzte Möglichkeit denken. Wir dürfen also Auswirkungen von Gelegenheitstraumen bis zur primär nicht bemerkten Fraktur in Erwägung ziehen.

In der neueren Literatur wird das akute schwere Trauma als häufigste Ursache von Beschwerden angesehen (s.S.9 unten). Es soll deshalb untersucht werden, wie es zu der Diagnose Steißbeinfraktur oder Luxation kommen kann.

Vorauszuschicken ist, daß derartige Verletzungen niemals zur Beurteilung durch die Pathologen gelangen. Die Diagnose wird also in weitgehendem Maße klinisch gestellt. Der tastende Finger, der von manchen Autoren als die einzige Möglichkeit zu einer gesicherten Diagnose zu kommen, bezeichnet wird (E. G o l d , C.J. D r u e c k , F. M a n d l u.a.), fahndet nach abnormer Beweglichkeit, umschriebener Druckschmerzhaftigkeit und Deformität im Sinne einer Abknickung. Die in solchen Fällen angefertigten Röntgenbilder sollen nur den Verdacht bestätigen, sofern sich deutlich Abknickung, Verschiebung der Steißbeinwirbel gegeneinander und Frakturspalte nachweisen lassen. Die in der Literatur angeführten Fälle mit Röntgenbildern lassen jedoch sämtlich, bis auf die Röntgener-

gebnisse von B. S a b a t , kritisch gesehen, nicht die geringsten Einzelheiten erkennen. Da eine Abknickung auch ohne vorangegangenes Trauma röntgenologisch diagnostiziert werden kann, wie die Ergebnisse zeigen (6 Fälle, s. Abb. 9, 10, 11), kann man sie ebenfalls nicht als einen Beweis für eine Fraktur ansehen. Bei der allgemein üblichen Technik werden die relativ kleinen und dünnen Knochen wegen der umgebenden Weichteildichte völlig überstrahlt. Schon aus diesem Grund wird die Diagnostik sehr erschwert. Berichtet doch F. B e c k e r , der experimentell Steißbeinfrakturen erzeugte, daß er diese röntgenologisch nicht nachweisen konnte.

Auch die Tatsache, daß einige dieser Arbeit zu Grunde liegende Röntgenbilder eigenartige ring- und streifenförmige Verdichtungen zeigten, die als alte Frakturlinien angesehen werden könnten, sich jedoch bei näherer Untersuchung und Vergleich mit dem Bild der anderen Ebene als Zufallsprojektions verschiedener Substrate entpuppten, läßt an der Glaubwürdigkeit der in der Literatur angeblich röntgenologisch diagnostizierten Frakturen zweifeln (s. Abb. 27a u. b). Wenn schon die fast optimal zu nennende Röntgentechnik der Versuchsanordnung notwendig ist, um Fehldiagnosen zu vermeiden, wie kann man da erwarten, daß unter schlechteren Untersuchungsbedingungen die Deutungsmöglichkeiten besser sein sollten? Den Unterschied zeigen eindeutig die Abb. 32a u. b und die Abb. 33a u. b, bei denen zum Vergleich gegen weichteildichte Umgebung (20 bzw. 30 cm Wassersäule) geröntgt wurde. Die feineren Strukturen und Linien gehen sämtlich verloren, ja, man kann sogar leicht zu Fehldiagnosen verleitet werden und die Absprengung eines Knochenstückchens oder gar eine stärkere Verschiebung vermuten (s. Abb. 33b), was jedoch, wie die Vergleichsaufnahme zeigt, lediglich in der abnormen Struktur begründet ist.

Es wurde schon mehrere Male der Wert der Methode von B. S a b a t erwähnt, die von der Erkenntnis ausgeht, daß sich die Überstrahlung infolge der Weichteilmassen durch Einführung kleiner Filme in die vorher ent-

leerte Ampulla recti ausschalten läßt.

Leider gibt diese Methode aber nur im sagittalen Strahlengang gute Resultate, versagt jedoch im seitlichen Strahlengang, und man ist nach wie vor auf die übliche Röntgentechnik angewiesen. Ein anderer Nachteil ist, daß es bei der oft auftretenden starken Krümmung des Steißbeins schwerfällt, den optimalen Winkel zur Darstellung aller Zwischenwirbelräume zu treffen.

Wie wichtig eine günstige Projektion und die einwandfreie seitliche Darstellung ist, zeigen die Abb. 35a u.b. Das erste Röntgenbild läßt eine vollständige Verknöcherung des Steißbeins vermuten. Kippte man das Präparat um 30° in die Querachse, so stellten sich einwandfrei 3 Spalträume dar. Hierin liegt die Möglichkeit begründet, zu Fehldiagnosen zu kommen.

Da bei Steißbeinaufnahmen die Gonaden vor Strahlen nicht geschützt werden können, und die Sabat'sche Methode mit Filmen ohne Folien arbeitet, die wesentlich höhere Strahlendosen benötigen, kann man wegen der darin liegenden Gefahr nicht durch wiederholte Aufnahmen den optimalen Winkel für den Strahlengang zur Darstellung der Intervertebralräume ermitteln.

Es soll hier keineswegs die Leistung der Sabat-schen Methode geschmälert, es muß aber doch auch auf ihre Grenzen hingewiesen werden. Jedenfalls ist sie geeignet, in bestimmten Fällen die nötigen Aufschlüsse zu geben. Es ist bedauerlich, daß von dieser Methode so wenig Gebrauch gemacht wird.

Eine andere Methode hat A. R ü t t i m a n n entwickelt. Er führt eine Ballonblase in das vorher durch Einlauf entleerte Rectum ein. Durch Luftfüllung entsteht unter dem Steißbein ein von Weichteilen freier Hohlraum. Er wird mit der üblichen Technik geröntgt. Auch diese Methode versagt bei der sagittalen Darstellung, hat aber den Vorteil der normalen Strahlendosis für sich.

IX. Zusammenfassung.

Um zu der Frage der Beurteilungsweise von Steißbeinbefunden Stellung zu nehmen, wurden zunächst die Ergebnisse von Untersuchungen aus der Zeit vor und nach Beginn der Röntgenära aufgezeigt und gewürdigt. Da das klinische Erscheinungsbild hauptsächlich der Steißbeinschmerz ist, steht dieser in Anbetracht der dürftigen objektiven Befunde im Vordergrund.

Eigene Versuche dienten dazu, die Frage nach der röntgenologischen Darstellung, ihre Abgrenzung von der Norm und ihre Bedeutung als Ursache des Steißbeinschmerzes zu klären.

Da es pathologisch - anatomisches Material von Fällen mit Steißbeinschmerzen nicht gibt, wurden zur Untersuchung Steißbeine aus Leichen von Patienten ohne entsprechende Anamnese herangezogen. Diese wurden unter optimalen Bedingungen geröntgt, ihre Beweglichkeit geprüft, und wenn es sich als notwendig erwies, eine histologische Untersuchung durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, daß eine sichere Beurteilung pathologischer Befunde nach den üblichen Röntgenverfahren am Lebenden nahezu unmöglich ist. Die Ursache ist, wie aufgezeigt wurde, einmal in der großen Variationsbreite der Steißbeinanatomie und der großen Häufigkeit degenerativer Vorgänge in diesem Bereich der Wirbelsäule und zweitens in der schlechten Darstellungsmöglichkeit, so daß Fehldeutungen normaler Befunde als Frakturen oder Luxationen leicht vorkommen.

Der Nachweis degenerativer Veränderungen, die bei näherer Untersuchung in das Bild der Spondylosis deformans einzuordnen sind, läßt an die Möglichkeit denken, daß dem Steißbein doch gewisse funktionelle Eigenschaften im Rahmen der Wirbelsäulenstatik zukommen.

Es wird ausdrücklich auf die guten Ergebnisse der Sabat'schen Methode, aber auch auf ihre Grenzen hingewiesen.

X. Literaturverzeichnis.

- 1.) Angerer, H. Mikroskopische Befunde am Steißbein.
Arch.klin.Chir. 191 (1938), 776
- 2.) Angerer, H. Zur Frage der traumatischen Coccygodynie.
Zbl.Chir. 3, (1938), 2706
- 3.) Angerer, H. Zur Pathologie des Steißbeins.
Arch.klin.Chir. 181, (1934), 427
- 4.) Becker, F. Traumatische Luxation des Steißbeins nach hinten durch Skiunfall.
Zbl.Chir. 8, (1937), 2877
- 5.) Becker, F. Steißbeinverletzungen.
Bruns' Beitr.klin.Chir. 153,
(1931), 512
- 6.) Benninghoff, A. Lehrbuch der Anatomie des Menschen
München - Berlin 1954
Bd.I, 5.Aufl. S.137
Bd.II, 3.Aufl. S.339 u.345
- 7.) Boeminghaus, H. Lordotische Verkrümmung der Wirbelsäule im Bereich des Kreuz - Steißbeins.
Arch.klin.Chir. 158, (1930), 158
- 8.) Boening, H. Leitfaden der Entwicklungsgeschichte des Menschen.
5. Aufl. Leipzig 1954
S. 153, 168, 172, 312
- 9.) Braus, H. Anatomie des Menschen.
3.Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1954, Bd.I, S.109, 436
- 10.) Breus, C. u. A.Kolisko Die pathologischen Beckenformen.
Wien und Leipzig 1900-1911
Bd.II, S.501
- 11.) Buttenberg, H. Bandscheibenverkalkungen im os sacrum und am coccygo-sacralen Übergang im Kindesalter.
Kinderärztl.Praxis 1, (1958), 26
- 12.) Copeman, W.C.S. Fibro-fatty Tissue and its Relations to "Rheumatic" Syndrom.
Brit.Med.J. 2, (1949), 191
- 13.) Copeman, W.C.S. u. W.L. Ackermann Edema or Herniation of Fat Lobules as a Cause of Lumbar and Gluteal "Fibrositis".
Arch.Int.Med. 79, (1947), 22

- 14.) Créve, C.C. Von den Krankheiten des weiblichen Beckens.
Berlin 1795, S.187
- 15.) Diethelm, L. Die Agenesie des caudalen Wirbelsäulenabschnittes und ihre Beziehungen zu den Mißbildungen des hinteren Körperendes.
Fortschr.Röntgenstr. 69, (1944), 143
- 16.) Dittrich, R.J. Coccygodynia a Referred Pain.
J.Bone Surg.Am.Ed. 33, (1951), 715
- 17.) Drueck, C.J. Malformations, Fractures and Dislocations of the Coccyx.
Amer.Med.30, (1924), 295
- 18.) Fick, R. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke.
Jena 1904, S.114, 118
- 19.) Finder, J.G. Manipulativ Surgery in Orthopedics.
Surg.Clin.N.America 29, (1949), 243
- 20.) Foerster, O. Die Leitungsbahnen des Schmerzgefühls.
Berlin u. Wien 1927, S.123
- 21.) Francon - Laurent, G. Die Coccygodynie.
(Sonderdruck aus Maroc Medical)
5, (1951), 30
- 22.) Frets, G.P. Das menschliche Sacrum.
Gegenbaurs Morph.Jb.48, (1914), 369
- 23.) Gold, E. Die Chirurgie der Wirbelsäule.
Stuttgart 1933, S.330, 334
- 24.) Grashey, R. Atlas typischer Röntgenbilder vom normalen Menschen.
6.Aufl. München-Berlin 1939, S.150
- 25.) Grashey, R. u. R.Birkner Atlas typischer Röntgenbilder vom normalen Menschen.
8.Aufl. München 1953, S.385
- 26.) Guillaume, M.M.J. u. D.Sigwald Rebellierende Coccygodynie, geheilt durch bilaterale Strahlendurchschneidung des S₅.
Rev.Neurol. 79, (1947), 60
- 27.) Janson, B. Ein Beitrag zur klinischen Bedeutung von Kreuzbein- und Steißbeindefekten.
Röntgenpraxis 8, (1939), 451

- 28.) Junghanns, H. Spezielle Pathologie des Skeletts und seiner Teile.
im Handbuch der speziellen Pathologie und Histologie hrsg. von Lubarsch - Henke - Rössle.
Berlin 1939, Bd. IX, Teil 4, S. 279, 312
- 29.) Kellgren, J. H. Somatic Simulation Visceral Pain.
Clin. Sc. 4, (1940), 303
- 30.) Kellgren, J. H. Deeps Pain Sensibility.
Lancet 1, (1949), 943
- 31.) Kienböck, R. u. Angeborener partieller Kreuz- und
A. Zimmer Steißbeindefekt.
Röntgenpraxis 7, (1935), 111
- 32.) Köhler, A. u. Grenzen des Normalen und Anfänge
E. A. Zimmer des Pathologischen im Röntgenbild des Skeletts.
10. Aufl. Stuttgart 1956, S. 156
- 33.) Krauß, F. Steißbeinfraktur oder Luxation?
Zbl. Chir. 2, (1932), 1752
- 34.) Liechti, A. Die Röntgendiagnostik der Wirbelsäule.
Wien 1944, S. 71
- 35.) Lindemann, K. u. Die Erkrankungen der Wirbelsäule.
H. Kuhlendahl Stuttgart 1953, S. 257
- 36.) Lübke, P. Das Kreuzbein und die Lumbosacral-
gegend. Eine Statistik über angeborene und erworbene Veränderungen an 200 pathologisch anatomisch untersuchten Fällen.
Arch. Clin. Chir. 163, (1931), 227
- 37.) Luschka, H. Die Halbgelenke des menschlichen Körpers.
Berlin 1858, S. 161
- 38.) Mandl, F. Die Coccygodynie und ihre Behandlung.
Wien. klin. Wschr. 2, (1929), 1512
- 39.) Nordmann, O. "Die Kreuzschmerzen" als Symptom chirurgischer Erkrankungen.
Med. Klin. 26, (1930), 574
- 40.) Putschar, W. Spezielle Pathologie des Skeletts und seiner Teile.
im Handbuch der speziellen Pathologie und Histologie, hrsg. von Lubarsch-Henke-Rössle. Berlin 1939
Bd. IX, S. 559

- 41.) Rauber, A. u. F. Kopsch Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. 19. Aufl. Stuttgart 1955, Bd. I u. II
- 42.) Rosenberg, L. Die verschiedenen Formen der Wirbelsäule des Menschen und ihre Bedeutung. Jena 1920, S. 347
- 43.) Ruge, E. Die Wirbelsäule in der Unfallheilkunde. Heft zur Unfallheilkunde 18, Berlin 1934, S. 132
- 44.) Ruge, E. Die geschlossenen Verletzungen der Wirbelsäule. Erg. Chir. 26, (1933), 163
- 45.) Rüttimann, D. Eine einfache Methode zur Verbesserung der Steißbeinaufnahmen. Fortschr. Röntgenstr. 86, (1957), 511
- 46.) Sabat, B. Die Röntgenographie interclunalis des Steißbeins. Polski. przegl. radjal 4, (1929), 259
- 47.) Sabat, B. Intrarectale Radiographie. Verfahren, Apparat, Technik, Indikation und Ergebnisse. Fortschr. Röntgenstr. 53, (1936), 143
- 48.) Sicard, A. u. J. Bruziere Heilung der Coccygodynie durch bilaterale Durchschneidung des Plexus sacro-coccygeus. J. chir. 65, (1949), 312
- 49.) Sieglbauer, F. Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen. 7. Aufl. Wien, 1947, S. 47, 48, 51, 664
- 50.) Simpson, J. Y. Coccygodynia and Diseases and Deformities of the Coccyx. Med. Times Gaz. 40, (1859), 1031 angef. nach G. Thiele s. Literaturverzeichnis Nr. 59
- 51.) Sobotta, J. Atlas der deskriptiven Anatomie des Menschen. 13. Aufl. München-Berlin 1953, Bd. I, S. 26, 29
- 52.) Spalteholz, W. u. R. Spanner Handatlas der Anatomie des Menschen. 16. Aufl. Amsterdam 1959-1961, Bd. I, S. 48f. Bd. II, S. 627
- 53.) Suermont, W. F. Die Behandlung der Coccygodynie. Arch. klin. Chir. 167, (1931), 701

- 54.) Schinz, H.R.,
W.Baensch u.
E.Friedel Lehrbuch der Röntgendiagnostik.
5.Aufl. Stuttgart 1952, Bd.II
S.1417
- 55.) Schoger, G.A. Die Coccygodynie im Rahmen der
rheumatischen Wirbelsäulenerkran-
kungen.
Med.Klin.49, (1954), 1211
- 56.) Schmorl, G. u.
H.Junghanns Die gesunde und kranke Wirbelsäule
in Röntgenbild und Klinik.
(path.-anat.Untersuchungen).
4.Aufl. Stuttgart 1957, S.67, 110
- 57.) Schotte, M. Zur Genese des Coccygealschmerzes.
Chirurg 21, (1933), 807
- 58.) Steinthal, C.F. Die angeborenen Mißbildungen, Ver-
letzungen und Erkrankungen des
Beckens.
Stuttgart 1907, S.19, 30f.
- 59.) Thiele, G.H. Coccygodynie, der Mechanismus ihrer
Entstehung und ihre Beziehung zu
anorectalen Beschwerden.
Amer.J.Surg.1, (1950), 79
- 60.) Thorek, M. Surgical Errors and Safeguards.
Philadelphia 1943, S.982
- 61.) Töndury, G. Entwicklungsgeschichte und Fehlbil-
dung der Wirbelsäule.
Die Wirbelsäule in Forschung und
Praxis, hrsg. von H.Junghanns
Stuttgart 1958, S.121
- 62.) Waldeyer, W. Das Becken.
Bonn 1899, S.27, 78, 85, 89, 96, 131, 156
- 63.) Wakeley, C.F.G. Fractures of the Pelvis, an Analysis
of 100 Cases.
Brit.J.Surg.17, (1929/30), 29
- 64.) Weber, C. Die Brüche der Beckenknochen.
Bonn 1870, S.341
- 65.) Wilensky, Th. The Levator Ani, Coccygeus and Piri-
formis Muscles. Agents in the Cau-
sation of Coccygodynia, Superior
Gluteal Pain and Sciatic Syndrom.
Amer.J.Surg.59, (1943), 44
- 66.) Wilkinson, W.R. Coccygodynia: Review of Literatur
and Presentation of Cases.
South.Surgeon 13, (1947), 280

- 67.) Zuckschwerdt, L., Wirbelgelenk und Bandscheibe.
 E. Emminger, F. Stuttgart 1951, S. 172
 Biedermann u.
 H. Zettel

Die Abkürzungen der Zeitschriften wurden entnommen aus:

Artelt, W., E. Heischkel Periodica Medica, 4. Aufl.
u. C. Wehner Stuttgart 1952

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Claus Esser, Darmstadt, für den Hinweis auf das Thema und die freundliche Unterstützung, die er mir zuteil werden ließ, meinen Dank aussprechen.

Herrn Prof. Dr. med. Lothar Diethelm danke ich besonders für die Arbeitsmöglichkeit in seinem Institut und das mir zur Verfügung gestellte Untersuchungsmaterial.

Herrn Prof. Dr. med. Heinrich Bredt danke ich für die freundliche Unterstützung, die er und seine Mitarbeiter mir in seinem Institut zuteil werden ließen.

Lebenslauf.

Am 8. August 1934 wurde ich, Rütger Theodor Heinrich Hofacker, als Sohn des Dr. jur. Wilhelm Hofacker und seiner Ehefrau Maria, geb. Heumann, in Düren (RHLD) geboren. Ich heiratete am 18 Juli 1960 in Mainz.

1940 wurde ich in Düren Ost II eingeschult. Am 16 Juni 1944 bestand ich die Aufnahmeprüfung an der Oberschule für Jungen in Düren. Nach der Evakuierung am 16 November 1944, besuchte ich bis Kriegsende die Oberschule Sendenhorst. Ein Jahr später von 1945 - 1947 besuchte ich die münsterische Ausweichoberschule für Jungen und Mädchen in Sendenhorst.

Nach Düren zurückgekehrt, im Oktober 1947, trat ich in das städtische naturwissenschaftliche Gymnasium ein, an dem ich am 5. März 1954 die Reifeprüfung mit Erfolg ablegte. Am 23. April 1954 wurde ich an der medizinischen Fakultät der Universität zu Köln immatrikuliert. Nach Bestehen der ärztlichen Vorprüfung am 9. März 1957, setzte ich das Studium an der Johannes Gutenberg - Universität zu Mainz fort, wo ich am 19. Dezember 1960 das medizinische Staatsexamen ablegte.

